

(19)日本国特許庁 (J P O)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-328478 ✓

(43)公開日 平成5年(1993)12月10日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 R 3/00	3 1 0	7346-5H		
H 0 3 G 3/32		7350-5 J		
H 0 4 R 3/04	1 0 1	7346-5H		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 12 頁)

(21)出願番号 特願平4-124863

(22)出願日 平成4年(1992)5月18日

(71)出願人 000101732

アルパイン株式会社

東京都品川区西五反田1丁目1番8号

(72)発明者 三宅 隆

東京都品川区西五反田1丁目1番8号 ア  
ルパイン株式会社内

(72)発明者 川畑 光

東京都品川区西五反田1丁目1番8号 ア  
ルパイン株式会社内

(74)代理人 弁理士 斉藤 千幹

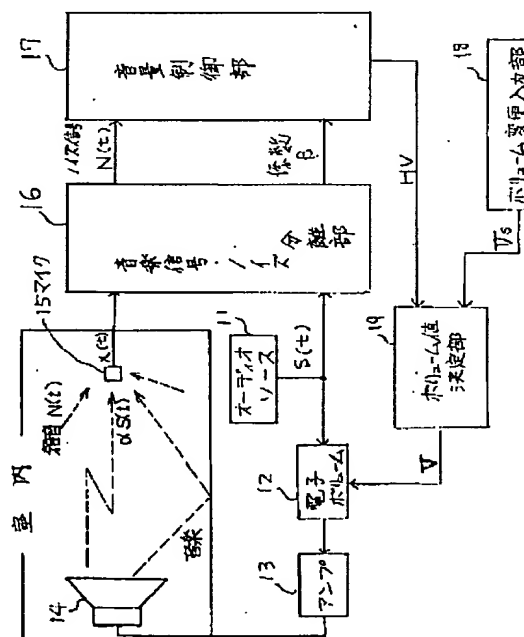
(54)【発明の名称】 自動音量制御方式

(57)【要約】

【目的】 音場におけるノイズに応じた音量制御を行うと共に、音場の周波数特性の変化にリアルタイムに追従した音量制御を行う。

【構成】 オーディオソース11から出力される音楽信号をスピーカ14より音場に出し、マイク15により音場内の音声を検出する。音楽信号・ノイズ分離部16は、オーディオソースから出力される音楽信号 $S(t)$ に係数 $\beta$ を乗算して得られた音楽信号とマイク検出信号 $X(t)$ とをそれぞれ微分し、該微分により得られた2つの信号の差分が小さくなるように係数 $\beta$ を補正する制御を行い、 $\beta \cdot S(t)$ を音場内の音楽信号とし求めると共に、マイク検出信号 $X(t)$ から $\beta \cdot S(t)$ を減算してノイズ信号 $N(t)$ を求めて出力する。音量制御部17は音楽信号・ノイズ分離部から出力される音場内の音楽信号レベルとノイズ信号レベルとの比率に基づいてボリューム補正値 $s$ を決定して電子ボリューム12を制御する。

本発明の実施例構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 オーディオ機器における自動音量制御方式において、

オーディオソースから出力される音楽信号をスピーカより音場に出し、音場に設けたマイクにより音場内の音声を検出し、

オーディオソースから出力される音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号とマイク検出信号  $X(t)$  とをそれぞれ微分し、該微分により得られた 2 つの信号の差分が小さくなるように係数  $\beta$  を補正する制御を行い、

音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を音場内の音楽信号とし、マイク検出信号  $X(t)$  から該音場内の音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を減算してノイズ信号  $N(t)$  を求め、

係数  $\beta$  とノイズ信号レベル  $N(t)$  に基づいて音量制御を行うことを特徴とする自動音量制御方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はオーディオ機器における自動音量制御方式に係わり、特に、音場内における音楽信号の係数  $\beta$  とノイズ信号レベルを求め、これらに基づいてオーディオ機器の音量を制御する自動音量制御方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 自動車内は家屋の室内と異なり、常時エンジン音や風切音等の騒音で満たされている。このため、車内でラジオ放送、あるいはカセットテープ、あるいはコンパクトディスク等の再生音を聞く場合には、騒音の大きさに応じたボリューム設定を行なう。すなわち、騒音が大きい場合には静かな走行状態時に比べてボリュームを大きく設定して聞くことになる。しかし、騒音の大きさは変化し、大きくなったり、小さくなったりする。このため、ドライバは騒音の大きさに応じてボリュームを調整する必要があり、煩わしく、しかも安全運転上好ましくない問題がある。このため、ノイズ量を推定して自動的にボリュームを補正するオートボリューム機能を備えたものが提案されている。

【0003】 第 1 の方法は音楽信号の低周波レベルが小さいことを考慮し、低周波レベルを検出してノイズとみなし、該低周波レベルに基づいてボリュームを自動的に補正するものである。すなわち、音場内における 50 Hz 以下の低周波成分を検出し、低周波成分のレベルが大きい場合には、ノイズが大きいと判断して音量補正量を大にしてボリュームを大きくし、低域成分レベルが小さい場合には、ノイズが小さいと判断して音量補正量を小にする。この方法は簡単であるが、50 Hz 以下の低域は人間に取ってうるさいと感じる周波数帯ではない。換言すれば、第 1 の方法はノイズが最も耳障りになる中域レベルに基づいて音量制御をしないため確実性に欠ける

問題がある。

【0004】 そこで、第 2 の方法が提案されている。この第 2 の方法においては、音楽を停止した状態で自動車を所定速度で走らせ、その時の車室内におけるノイズの低域、中域、高域の周波数特性を測定して記憶する。かかる状態で音楽を聞きながら走行している際、マイクにより車室内の音声を検出して車室内の低域、中域、高域レベルを求める。そして、その低域レベルと記憶してあるノイズの低域レベルを比較して倍率  $\eta$  を求め、記憶してある中域、低域のノイズレベルに  $\eta$  倍したものを音場内の中域、高域のノイズレベルと推定する。又、マイクにより検出された中域、高域レベルから推定した中域、高域のノイズレベルを減算して車室内の音楽信号の中域、高域レベルを推定する。しかる後、中域、高域における推定ノイズレベルと推定音楽信号レベルとの比率を計算し、各比率を考慮して（中域の比率だけを考慮しても良い）再生音の音量を制御する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 かかる自動音量制御方式によれば、ノイズが最も耳障りになる中域レベルを考慮して音量制御ができる。しかし、車室内におけるノイズの周波数特性を事前に測定しておく必要があり、自動車の車種が変わったり、自動車搭乗人数、搭乗者の着座位置、窓の開閉等により室内におけるノイズの周波数特性が変化した場合にはリアルタイムに追従できない問題がある。以上から本発明の目的は、音場におけるノイズの周波数特性を事前に測定しておく必要がなく、しかも、音場におけるノイズの周波数特性が変化してもリアルタイムに追従できる自動音量制御方式を提供することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題は、本発明によれば、音場における音声を検出するマイクと、オーディオソースから出力される音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号とマイク検出信号  $X(t)$  とをそれぞれ微分し、該微分により得られた 2 つの信号の差分が小さくなるように係数  $\beta$  を補正し、音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を音場内の音楽信号とし、マイク検出信号  $X(t)$  から音場内の音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を減算して得られる信号をノイズ信号  $N(t)$  として出力する音楽信号・ノイズ分離部と、係数  $\beta$  と音場内のノイズ信号レベルに基づいて音量制御を行う音量制御部とにより達成される。

## 【0007】

【作用】 オーディオソースから出力される音楽信号をスピーカより音場に出し、音場に設けたマイクにより音場内の音声を検出し、オーディオソースから出力される音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号とマイク検出信号  $X(t)$  とをそれぞれ微分し、該微分により得られた 2 つの信号の差分が小さくなるように係数  $\beta$

を補正する制御を行い、音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を音場内の音楽信号とし、マイク検出信号  $X(t)$  から該音場内の音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を減算してノイズ信号  $N(t)$  を求め、係数  $\beta$  値と音場内のノイズ信号レベルとに基づいて音量制御を行う。このようにすれば、音場におけるノイズの周波数特性を事前に測定しておく必要がなく、しかも、音場におけるノイズの周波数特性の変化にリアルタイムに追従した音量制御ができる。

#### 【0008】

##### 【実施例】全体の構成

図1は本発明の一実施例に係わるオーディオシステムの構成図である。図中、11はCDプレーヤ等のオーディオソース、12は後述する決定されたボリューム値  $V$  により電子的に音量を制御する電子ボリューム、13は電子ボリューム出力を増幅するアンプ、14はスピーカ、15は車室内の音声（音楽、ノイズを含む）を検出するマイク、16はマイク検出信号  $X(t)$  とオーディオソースから出力されるオーディオ信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  値を乗算した  $\beta \cdot S(t)$  を用いて、車室内におけるオーディオ信号とノイズ信号を分離する音楽信号・ノイズ分離部、17はノイズ信号レベルと係数  $\beta$  値に基づいてボリューム補正值  $HV$  を決定して音量を制御する音量制御部、18は手動によりボリューム値  $V_s$  を設定するボリューム変更入力部、19は設定されているボリューム値  $V_s$  をボリューム補正值  $HV$  に基づいて補正し、最終的なボリューム値  $V$  を決定するボリューム値決定部である。

#### 【0009】音楽信号・ノイズ分離部

##### (a) 音楽信号・ノイズ分離の原理

マイク15により検出される信号成分には、音楽成分だけでなく室内や、室外から室内に入るノイズ成分も含まれる。マイク15の設置位置における音楽信号はアンプ13やスピーカ14等の特性及び車内の音響特性を考慮

$$E(t) = Z^2(t) = x^2(t) - 2x(t)y(t) + y^2(t) \quad (1)$$

とすると、 $E(t)$  は  $x(t)$ 、 $y(t)$  の二次関数となる。推定音楽信号  $Y(t) (= \beta S(t))$  のレベルをマイク15で検出した音楽信号  $(= \alpha S(t))$  のレベルに近づけるといことは、 $Z(t)$  を零に近づけることであり、これは、 $E(t)$

$$dE(t)/d\beta = (dE(t)/dy(t)) \cdot (dy(t)/d\beta) \quad (2)$$

で表せる。 $E(t)$  は、 $\beta$  をパラメータとする二次関数であり、 $dE(t)/d\beta$  は、任意の  $\beta$  での  $E(t)$  の傾きを表している。推定音楽信号  $(= \beta S(t))$  のレベルと実際にマイクにより検出した音楽信号  $(= \alpha S(t))$  のレベルとの差を小さくするということは、 $E(t)$  が最小となる  $\beta (= \beta_0)$  を求めることであるから、 $dE(t)/d\beta$  が零となる方向へ  $\beta$  を変更すれば良いことになる。すなわち、変更前の  $\beta$  値を  $\beta(T)$ 、変更後の  $\beta$  値を  $\beta(T+1)$  とすると、 $\beta(T+1) = \beta(T) - \mu (dE(t)/d\beta)$  (3)

により  $\beta$  値を変更し、この  $\beta$  値変更操作を繰り返せば  $E(t)$  が最小となる  $\beta_0 (= \alpha)$  に近づけることができる。

すると、 $\alpha S(t)$  ( $\alpha$  正の定数) となる。従って、ノイズ信号を  $N(t)$  とすればマイク15により検出されるマイク検出信号  $X(t)$  は次式

$$X(t) = \alpha S(t) + N(t) \quad (1)$$

と表現される。

【0010】さて、オーディオソース11から出力される音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算した信号  $\beta S(t)$  を発生し、この信号  $\beta S(t)$  とマイク検出信号  $X(t)$  を用いて  $\beta = \alpha$  となるようにフィードバック制御することができれば、 $\beta S(t)$  は車内の音楽信号となり、係数  $\beta$  はオーディオソースからマイク位置までの推定倍率になる。 $\alpha$  はマイク検出信号  $X(t)$  の接線の傾きの一成分であり、 $\beta$  は信号  $\beta S(t)$  (推定音楽信号という) の接線の傾きの一成分である。従って、後者の接線の傾きを前者の接線の傾きに近づければ、 $\beta$  が  $\alpha$  に近づくことになり、結果として推定音楽信号  $\beta S(t)$  を車内の音楽信号とすることができる。又、マイク検出信号  $X(t)$  より推定音楽信号  $\beta S(t)$  を減算したものが車室内におけるノイズ信号  $N(t)$  となる。そこで、マイク検出信号  $X(t)$  の微分値と推定音楽信号  $\beta S(t)$  の微分値を求め、これらの差分が零になるように  $\beta$  を補正する。そして、補正された  $\beta$  を用いて新たな推定音楽信号  $\beta S(t)$  を発生し、以後何回か同様な  $\beta$  補正を繰り返せば最終的に  $\beta$  は  $\alpha$  に収束する。

【0011】以上から、車室内における音楽信号及びノイズ信号の分離制御は以下のごとくなる。マイク検出信号を  $X(t)$ 、推定音楽信号  $\beta S(t)$  を  $Y(t)$  とすれば、各関数の任意の時刻での傾き  $x(t)$ 、 $y(t)$  は

$$x(t) = dX(t)/dt$$

$$y(t) = dY(t)/dt$$

となる。両者の差分を

$$Z(t) = x(t) - y(t)$$

とおき、

の最小値を求めることに他ならない。

【0012】 $E(t)$  に関係するパラメータで変更できるのは  $\beta$  だけであり、 $\beta$  は  $y(t)$  に関係するパラメータであるから  $\beta$  の変化量に対する  $E(t)$  の変化量は次式

尚、(3)式における  $\mu$  は正の定数であり  $\beta$  の補正量決定するものであり、 $\mu$  を大きくすれば、 $\beta(T+1)$  は  $\beta_0$  に早く近づくが、 $\beta_0$  近傍で振動してしまう。一方、 $\mu$  を小さく取れば、 $\beta_0$  近傍での振動の可能性は小さくなるが、任意の  $\beta$  の状態から  $\beta_0$  へ近づく時間が遅くなる。

【0013】さて、ノイズ信号  $N(t)$  のレベルを一定とすれば、(2)式の右辺  $dE(t)/dy(t)$ 、 $dy(t)/d\beta$  はそれぞれ

$$dE(t)/dy(t) = -2x(t) + 2y(t)$$

$$= -2[\alpha(dS(t)/dt) - \beta(dS(t)/dt)]$$

$$dy(t)/d\beta = dS(t)/dt$$

$$dE(t)/d\beta = -2 [\alpha (dS(t)/dt) - \beta (dS(t)/dt)] (dS(t)/dt) \quad (4)$$

となる。(4)式を(3)式に代入すると、

$$\beta (T+1) = \beta (T) + 2\mu [\alpha (dS(t)/dt) - \beta (dS(t)/dt)] (dS(t)/dt) \quad (5)$$

となるから、(5)式の演算を行って $\beta$ を変更する。

【0014】尚、(4)、(5)式はノイズ信号レベルを一定

$$dE(t)/d\beta = -2 [\alpha (dS(t)/dt) + (dN(t)/dt) - \beta (dS(t)/dt)] (dS(t)/dt)$$

・ ・ ・ (4)'

となる。(4)' 式を(3)式に代入すると、

$$\beta (T+1) = \beta (T) + 2\mu [\alpha (dS(t)/dt) + (dN(t)/dt) - \beta (dS(t)/dt)] (dS(t)/dt) \quad (5)'$$

となり、 $\beta$ の値にノイズの変化量が影響を与えることになる。しかし、ノイズ $N(t)$ は不規則に交番するため、ある時は $\beta$ 値を大きくするように、次には小さくするように作用し、平均すると互いに打ち消しあって $\beta$ 値に対する影響はニア零となる。このため、ノイズが変化しても(5)' 式により $\beta$ 値を $\beta = \alpha$ に近づけることができる。音楽信号・ノイズ分離部16は以上の原理に従って車室内における音楽信号とノイズ信号レベルを推定するものであり、その構成を図2に示す。

【0015】(b) 構成

図中、21、22はそれぞれマイク検出信号 $X(t)$ 及びオーディオソースから出力される音楽信号 $S(t)$ を整流して出力するレベル変換器、23はマイク検出信号 $X(t)$ を微分する微分回路であり、(5)' 式の右辺第2項における $\alpha (dS(t)/dt) + (dN(t)/dt)$ を出力する。24は音楽信号 $S(t)$ に係数 $\beta$ を乗算して出力する $\beta$ 乗算回路、25は係数 $\beta$ を乗算して得られた音楽信号 $\beta S(t)$ を微分する微分回路であり、(5)' 式の右辺第2項における $\beta (dS(t)/dt)$ を出力する。26は微分により得られる2つの信号の差分が小さくなるように係数 $\beta$ を決定する $\beta$ 決定部、27はマイク検出信号 $X(t)$ より $\beta$ 乗算回路24の出力 $\beta S(t)$ を減算してノイズ信号 $N(t)$ を出力する演算部である。

【0016】 $\beta$ 決定部26において、26aはマイク検出信号 $X(t)$ の微分値と $\beta$ 乗算回路の出力信号 $\beta S(t)$ の微分値の差分を演算する演算部であり、(5)' 式における右辺第2項の[ ]内の演算を行う。26bは音楽信号 $S(t)$ を微分する微分回路で、(5)' 式の右辺第2項における $dS(t)/dt$ を出力する。26cは演算部26aの出力と微分回路26bの出力とを乗算する乗算部、26dは(5)' 式により係数 $\beta(T+1)$ を演算する $\beta$ 演算部である。26dは $\beta$ 演算部であり、図3に示すように、乗算部26cから出力される信号の符号を反転する符号反転部26d-1と、定数 $2 \cdot \mu$ を乗算して(5)' 式の右辺第2項の演算を行う乗算部26d-2と、今回の $\beta$ 値( $= \beta(T)$ )を記憶する $\beta$ 記憶部26d-3と、 $\beta(T)$ と乗算部出力を用いて(5)' 式の加算演算を行って時間 $T$ 後の次の演算に用いる $\beta(T+1)$ を出力する加算部26d-4を備えている。

【0017】音量制御部

となる。従って、

とした場合であるが、一定でなく時間により変化するも

のとすれば、 $dE(t)/d\beta$ は

$$dE(t)/d\beta = -2 [\alpha (dS(t)/dt) + (dN(t)/dt) - \beta (dS(t)/dt)] (dS(t)/dt)$$

・ ・ ・ (4)'

音量制御部17は、音楽信号・ノイズ分離部16から出力されるノイズ信号 $N(t)$ のレベルと係数 $\beta$ 値に基づいて音量を制御するもので、図4に示す構成を有している。図中、17aはノイズ信号 $N(t)$ のレベルに応じたボリューム補正值 $H_N$ を記憶する第1ボリューム補正テーブルであり、図5(a)に示す曲線を記憶している。

尚、ボリューム補正值 $H_N$ はノイズ信号レベルに応じて大きくなるようになっている。17bはノイズ信号 $N$

(t)に応じたボリューム補正值 $H_N$ を第1ボリューム補正テーブル17aを参照して決定する第1ボリューム補正值決定部である。17cは係数 $\beta$ 値に応じたボリューム補正值 $H_\beta$ を記憶する第2ボリューム補正テーブルであり、図5(b)に示す曲線を記憶している。ボリューム補正值 $H_\beta$ は係数 $\beta$ 値に応じて指数関数的に大きくなるようになっている。17dは係数 $\beta$ 値に応じたボリューム補正值 $H_\beta$ を第2ボリューム補正テーブル17cを参照して決定する第2ボリューム補正值決定部である。17eは第3ボリューム補正值決定部であり、次式

$$HV = z (HN - H_\beta) \quad (z \text{ は正の定数}) \quad (6)$$

に従ってボリューム補正值 $H_V$ を決定してオーディオ機器のボリューム値決定部19(図1参照)に inputs する。すなわち、車内のノイズが大きい場合にはボリューム補正值を大にする。又、係数 $\beta$ 値(推定倍率)が大きい場合には $H_\beta$ を大にしてボリューム補正值を小にする。

【0018】全体の動作

オーディオソース11から出力される音楽信号 $S(t)$ を音楽信号・ノイズ分離部16に入力すると共に、電子ボリューム12→アンプ13→スピーカ14より音場へ出力する。音場に設けたマイク15は音場内の音声を検出して音楽信号・ノイズ分離部16に入力する。音楽信号・ノイズ分離部16のレベル変換器21はマイク検出信号 $X(t)$ を整流して微分回路23に入力し、該微分回路はマイク検出信号 $X(t)$ を微分して出力する。・ ・ (5)' 式の右辺第2項における $\alpha (dS(t)/dt) + (dN(t)/dt)$ の演算

レベル変換器22はオーディオソース11から出力される音楽信号 $S(t)$ を整流して $\beta$ 乗算回路24と微分回路26bに入力する。 $\beta$ 乗算回路24は音楽信号 $S(t)$ に係数 $\beta$ を乗算して微分回路25に入力し、微分回路25

は $\beta$ 乗算回路出力を微分する。・・(5)'式の右辺第2項における $\beta(dS(t)/dt)$ の演算

又、微分回路26bは音楽信号 $S(t)$ を微分して出力する。・・・(5)'式の右辺第2項における $dS(t)/dt$ の演算

$\beta$ 決定部26の演算部26aはマイク検出信号 $X(t)$ の微分値と $\beta$ 乗算回路出力 $\beta S(t)$ の微分値の差を演算し、乗算部26cは演算部26aの出力と微分回路26bの出力とを乗算する。ついで、 $\beta$ 演算部26dは乗算部26cの出力と、定数 $\mu$ と、今回の $\beta(T)$ を用いて、(5)'式によりT時間後の次の演算に用いる $\beta$ 値( $=\beta(T+1)$ )を演算し、 $\beta(T+1)$ を $\beta$ 乗算回路24に入力する。すなわち、 $\beta$ 決定部26は、マイク検出信号 $X(t)$ の微分値と $\beta$ 乗算回路出力 $\beta S(t)$ の微分値との差分が小さくなるように、換言すれば $\beta=\alpha$ となるように $\beta$ を決定して $\beta$ 乗算回路24にフィードバックする。

【0019】以後、決定された新たな係数 $\beta(T+1)$ を用いて上記処理を何回か繰返せば、所定時間後に前記差分が零に近ずき、 $\beta$ と $\alpha$ が略等しくなり、 $\beta$ 乗算回路24の出力 $\beta S(t)$ を車室内の音楽信号 $\alpha S(t)$ とみなすことができるようになり、係数 $\beta$ 値はオーディオソースからマイクまでの推定倍率となる。演算部27はマイク検出信号 $X(t)$ より $\beta$ 乗算回路出力 $\beta S(t)$ を減算してノイズ信号 $N(t)$ を出力する。音量制御部17はノイズ信号 $N(t)$ と係数 $\beta$ 値を入力され、ノイズ信号 $N(t)$ に応じた第1ボリューム補正值 $H_N$ と係数 $\beta$ 値に応じた第2ボリューム補正值 $H_\beta$ を用いて(6)式によりボリューム補正值 $H_V$ を決定する。ボリューム値決定部19はボリューム変更入部18で設定されているボリューム値 $V_s$ を、音量制御部17から入力されているボリューム補正值 $H_V$ に基づいて補正し、例えば $V_s \cdot H_V$ をボリューム値 $V$ として電子ボリューム12に入力して音量を調整する。以上の制御により、ノイズが大きくなると自動的にボリュームが大になり、マスキング効果によりノイズが耳障りにならなくなる。又、ボリューム値(係数 $\beta$ 値)が大きい場合にはボリューム補正の度合いが抑さえられ、音量が大きくなりすぎるのを抑ええることができる。

【0020】図6は本発明の音量制御部の第2の実施例構成図であり、図4の第1の実施例と同一部分には同一符号を付している。第1の実施例と異なる点は、ノイズ量平均化部17fを設け、音楽信号・ノイズ分離部16から入力されるノイズ信号 $N(t)$ を該ノイズ量平均化部17fで平均化して第1ボリューム補正值決定部17bに入力する点である。第1の実施例ではノイズ信号 $N(t)$ の瞬間的な変動に追従してボリューム補正值 $H_N$ が変化し、すなわちボリューム値 $V$ が変動し、結果的にスピーカから出力される音量がノイズ量の変動に応じて大きくなったり、小さくなったりし、音楽が聞きずらくなる。しかし、図6の第2の実施例では、ノイズ量を平均化するため、ノイズ量の瞬間的な変動に対して追従せ

ず、音楽を聞きやすくできる。

【0021】図7は本発明の音量制御部の第3の実施例構成図であり、図4の第1の実施例と同一部分には同一符号を付している。第1の実施例と異なる点は、ノイズ標準偏差部17gを設け、音楽信号・ノイズ分離部16から入力されるノイズ信号 $N(t)$ を該ノイズ標準偏差部17gを介して第1ボリューム補正值決定部17bに入力する点である。ノイズ標準偏差部17gは一定時間ノイズレベル $N(t)$ の値を測定し、ノイズレベルの分散から標準偏差によりノイズ値を決定して第1ボリューム補正值決定部17aに入力する。図6の第2の実施例では、ノイズ平均値に基づいてボリューム補正值 $H_N$ を決定するため、ノイズの瞬間的な変動に対しては強くなるがまだ十分でない。すなわち、測定時多数のノイズ値が小さくあっても少数のノイズ値が大きくなると平均値が上がり、このためノイズの瞬間的な変動による影響を受ける。しかし、図7の第3の実施例では、ノイズレベルの統計的分布に基づいてノイズ値を決定して出力するので、少数の値より多数の値に影響を受けることになり、よりノイズの瞬間的な変動に対して強くなる利点を有する。

【0022】図8は音量制御部の第4の実施例構成図であり、図4の第1の実施例と同一部分には同一符号を付している。図4の第1の実施例と異なる点は、 $\beta$ 安定化部17jを設け、音楽信号・ノイズ分離部16から入力される係数 $\beta$ 値が安定したことを検出し、安定してから $\beta$ 値を出力してオートボリューム制御を開始し、それ以前はオートボリューム制御を行わない点である。音楽信号・ノイズ分離部16による係数 $\beta$ の算出に際して、 $\beta$ が $\alpha$ に近づくまでに、換言すれば安定するまでに、ある程度時間がかかる。このため、その間、誤った $\beta$ 値のために第2ボリューム補正值決定部17dは誤った $H_\beta$ を出力することになる。かかる問題を解決するため、 $\beta$ 安定化部17jは、 $\beta$ の値が一定の値になるまで $\beta$ を出力せず、安定した時から $\beta$ を出力して正確なオートボリューム制御を開始する。尚、第2～第4実施例の構成を任意に組み合わせて音量制御部を構成することができることは勿論である。

【0023】図9は本発明の音量制御部の第5の実施例構成図である。図中、17aはノイズ信号 $N(t)$ のレベルに応じたボリューム補正值 $H_N$ を記憶する第1ボリューム補正テーブルであり、図10(a)に示す関係を記憶している。ボリューム補正值 $H_N$ はノイズ信号 $N(t)$ のレベルに応じて大きくなるようになっている。17bはノイズ信号 $N(t)$ のレベルに応じたボリューム補正值 $H_N$ を第1ボリューム補正テーブル17aを参照して決定する第1ボリューム補正值決定部である。17cは係数 $\beta$ 値に応じたボリューム補正值 $H_\beta$ ( $\beta \cdot H_\beta$ 曲線)を記憶する第2ボリューム補正テーブルであり、図10(b)に示す曲線を記憶している。ボリューム補正值 $H_\beta$ は係数 $\beta$ 値に応じて大きくなるようになっており、その

$\beta \cdot H\beta$  曲線はボリューム変更入力部 18 で設定されるボリューム値  $V_s$  により矢印で示すように変化するようになっている。17d は係数  $\beta$  値に応じたボリューム補正值  $H\beta$  を第2ボリューム補正テーブル 17c を参照して決定する第2ボリューム補正值決定部である。

【0024】17h は第2ボリューム補正テーブル 17c の内容 ( $\beta \cdot H\beta$  曲線) を、ボリューム変更入力部 18 から入力されるボリューム値  $V_s$  に基づいて変更するテーブル変更部である。ボリューム大のときは、 $\beta \cdot H\beta$  曲線をボリューム大の曲線 CL に変更し、ボリューム小の時は曲線 CS に変更する。これにより、第2ボリューム補正值決定部 17d は、ボリューム小の時は  $H\beta$  として a を出力し、大の時は c を、通常の時は b を出力する。17i はボリューム値決定部であり、次式

$$V = z \cdot (HN - H\beta) \quad (z \text{ は正の定数}) \quad (7)$$

に従ってボリューム値  $V$  を決定してオーディオ機器の電子ボリューム 12 (図1参照) に直接入力する。この第5の実施例によれば、CD等音楽再生機器内にボリューム値決定部を必要とせずにオートボリューム制御を作動させることができる。尚、第1ボリューム補正值決定部 17b の前段に、第2、第3の実施例と同様にノイズ量平均値化部 17f 又はノイズ標準偏差部 17g を設けるように構成することもでき、又、第2ボリューム補正值決定部 17d の前段に第4実施例と同様に  $\beta$  安定化部 17j を設けるように構成することもできる。

【0025】以上では本発明を車室内における自動音量制御に適用した場合について説明したが、本発明はかかる場合に限らず映画館等その他の音場に適用することができるものである。以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は請求の範囲に記載した本発明の主旨に従い種々の変形が可能であり、本発明はこれらを排除するものではない。

【0026】

【発明の効果】以上本発明によれば、オーディオソースから出力される音楽信号をスピーカより音場に出力し、

音場に設けたマイクにより音場内の音声を検出し、オーディオソースから出力される音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号とマイク検出信号  $X(t)$  とをそれぞれ微分し、該微分により得られた2つの信号の差分が小さくなるように係数  $\beta$  を補正する制御を行い、音楽信号  $S(t)$  に係数  $\beta$  を乗算して得られた音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を音場内の音楽信号とし、マイク検出信号  $X(t)$  から該音場内の音楽信号  $\beta \cdot S(t)$  を減算してノイズ信号  $N(t)$  を求め、係数  $\beta$  値とノイズ信号レベルに基づいてボリューム制御を行うように構成したから、音場におけるノイズの周波数特性を事前に測定しておく必要がなく、しかも、音場におけるノイズの周波数特性の変化にリアルタイムに追従した音量制御ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例構成図である。

【図2】本発明の音楽信号・ノイズ分離部の構成図である。

【図3】音楽信号・ノイズ分離部における  $\beta$  演算部の構成図である。

【図4】本発明の音量制御部の第1の実施例構成図である。

【図5】補正テーブルの内容説明図である。

【図6】音量制御部の第2の実施例構成図である。

【図7】音量制御部の第3の実施例構成図である。

【図8】音量制御部の第4の実施例構成図である。

【図9】音量制御部の第5の実施例構成図である。

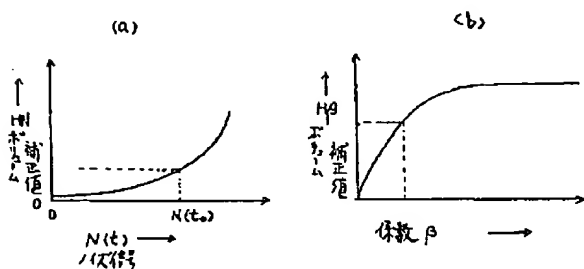
【図10】補正テーブルの内容説明図である。

【符号の説明】

- 11・・・オーディオソース
- 12・・・電子ボリューム
- 15・・・マイク
- 16・・・音楽信号・ノイズ分離部
- 17・・・音量制御部
- 18・・・ボリューム変更入力部
- 19・・・ボリューム値決定部

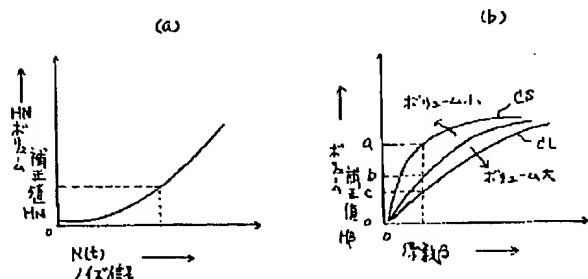
【図5】

補正テーブルの内容説明図



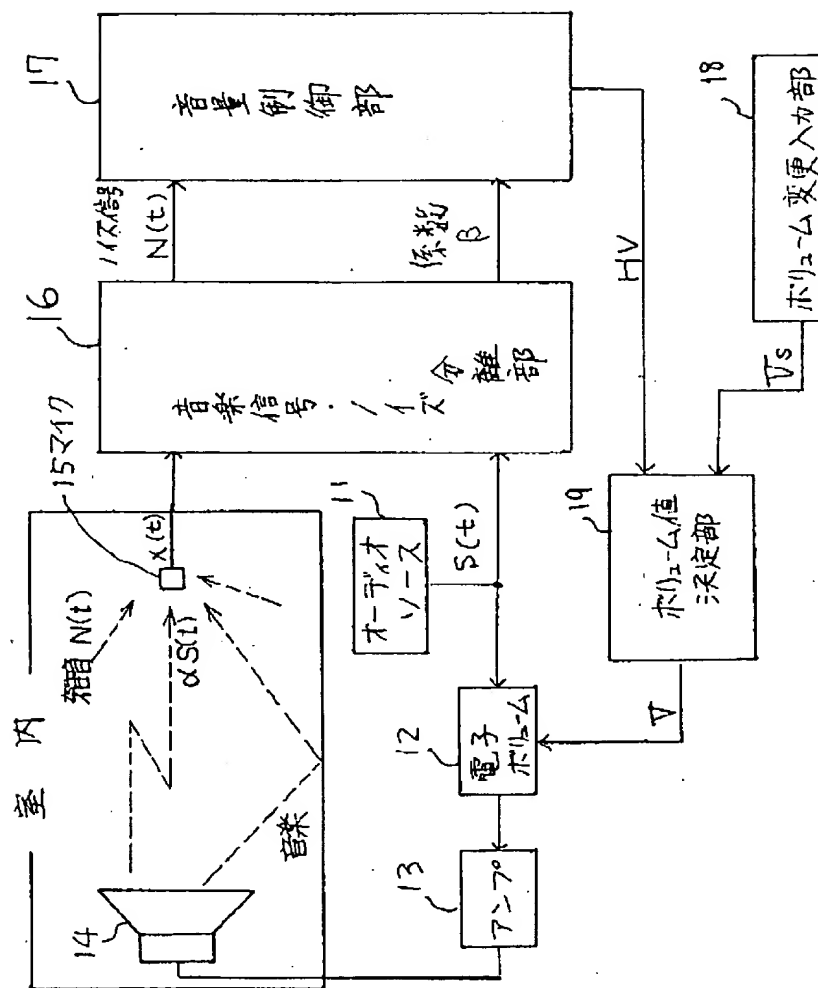
【図10】

補正テーブルの内容説明図



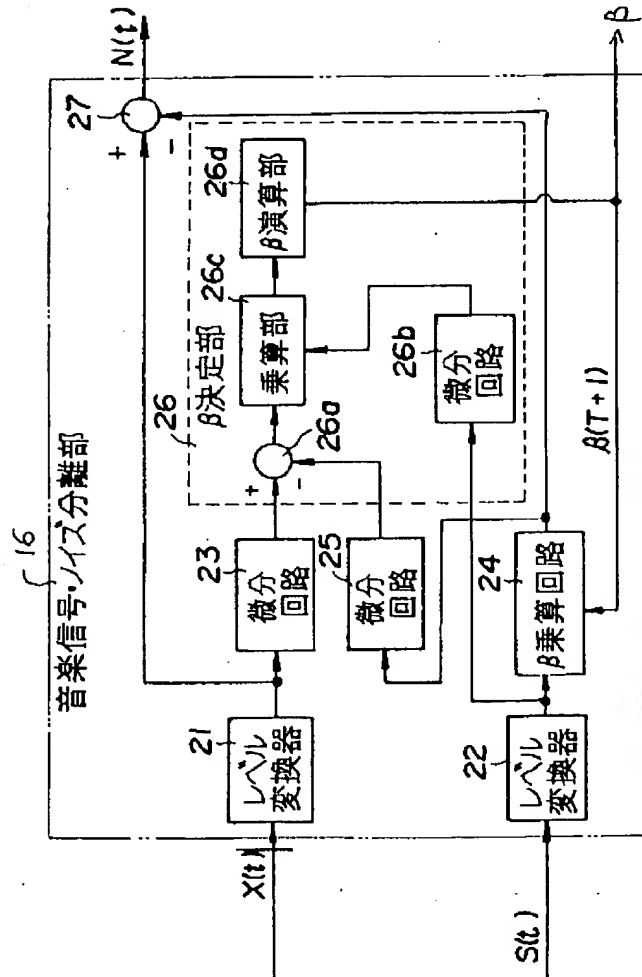
【図1】

## 本発明の実施例構成図



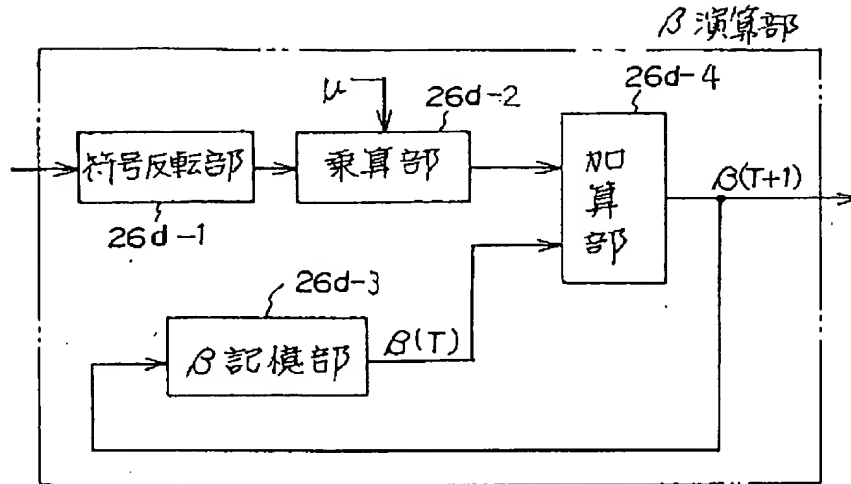
【図2】

音楽信号・ノイズ分離部の構成図



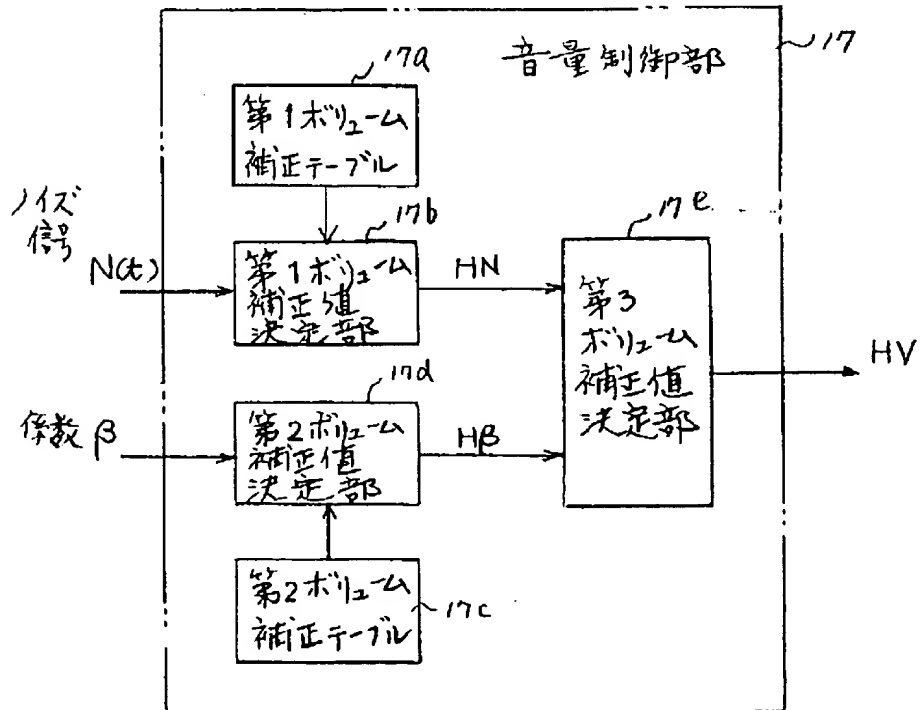


【図 3】

 $\beta$  演算部の構成図

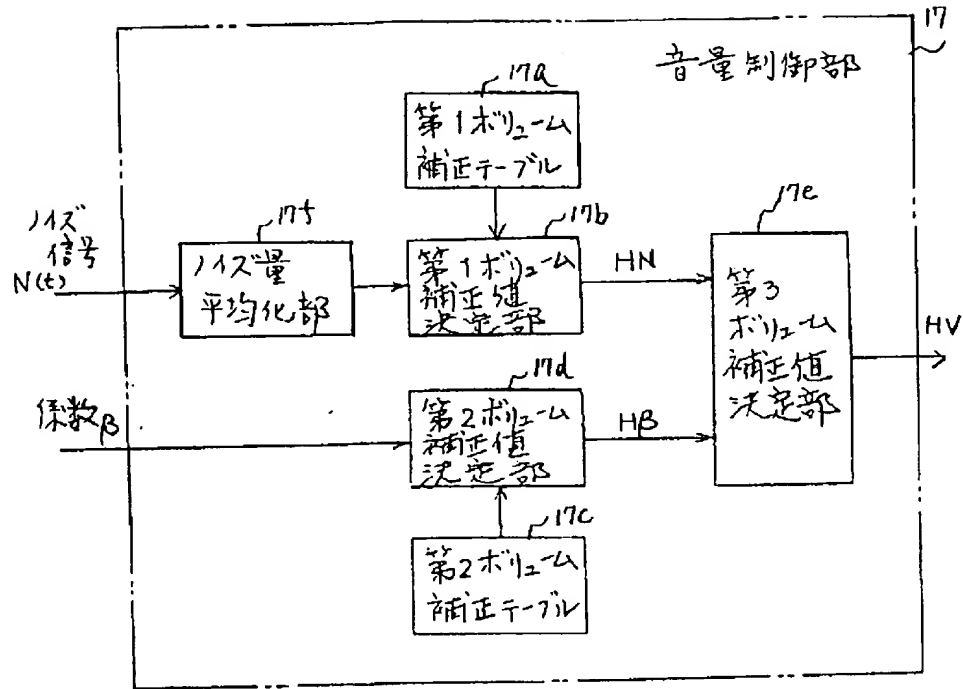
【図 4】

## 音量制御部の第1の実施例



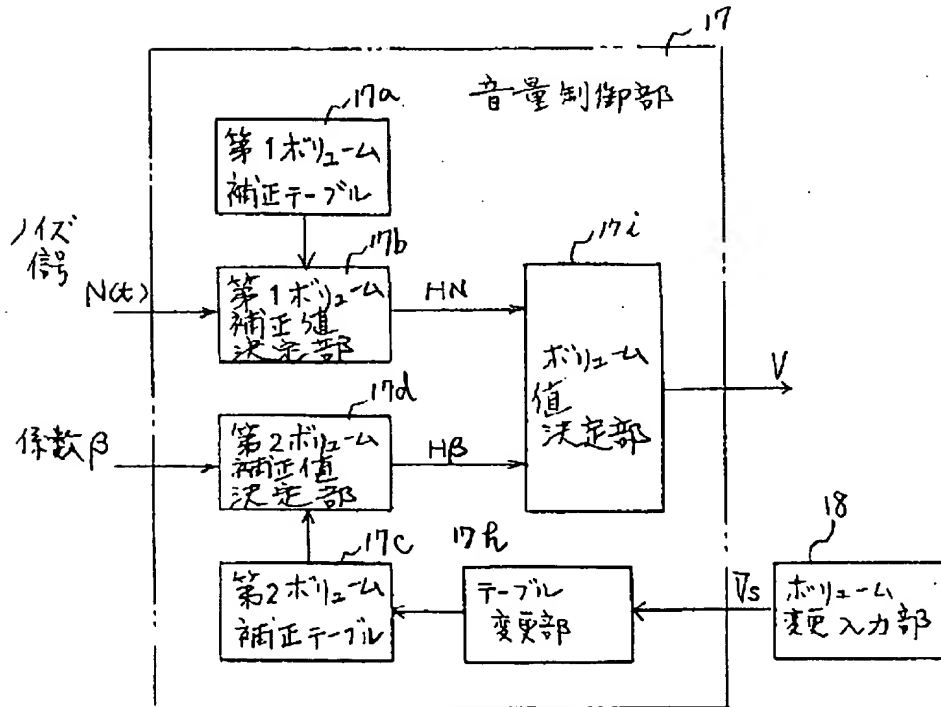
【図6】

## 音量制御部の第2の実施例



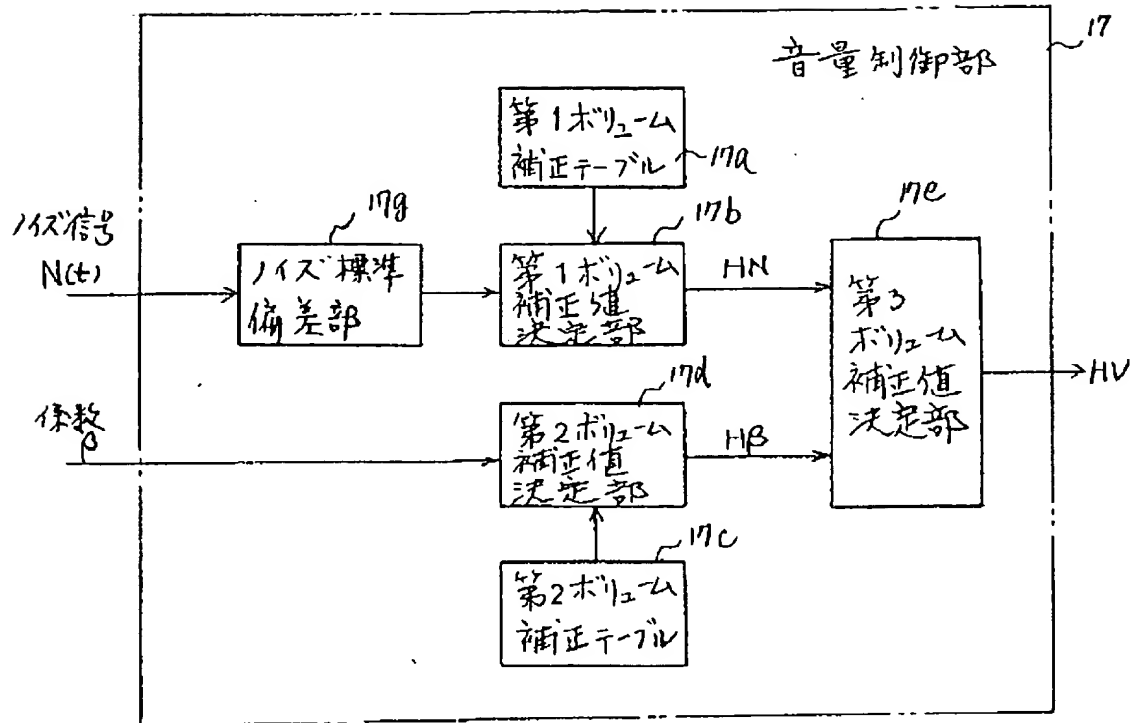
【図9】

## 音量制御部の第4の実施例



【図7】

## 音量制御部の第3の実施例



【図8】

## 音量制御部の第4の実施例

